منهـــج علـــم الفيزيـــاء مـــن
بنك المعرفة المصرى
للصف الثالث الثانوى

هذا العمل صدقة جارية لموتانا وموتى
المسلمين جميعا

نسأل الله العلى العظيم ان يجمعنا بهم
فى جنان الخلد جميعا ان شاء الله

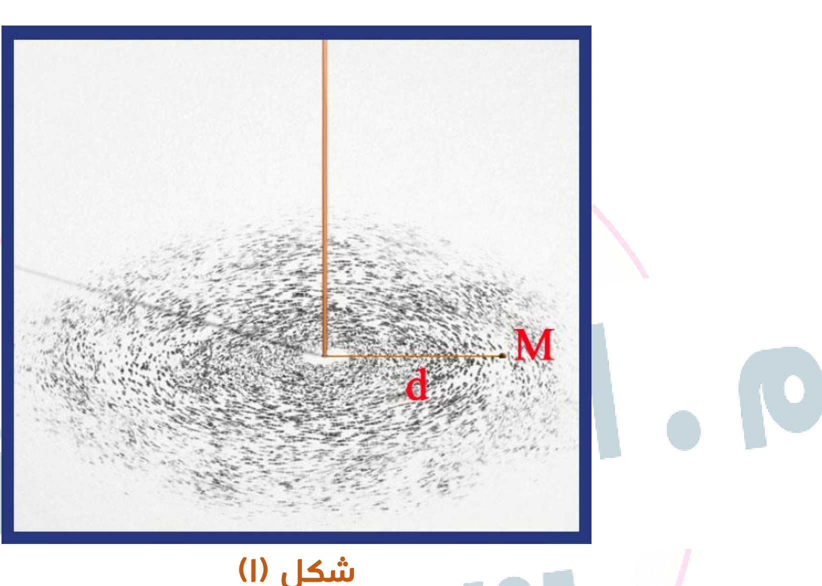
#جيو_ابراهيم_الغندور

مدرس الجيولوجيا والعلوم البيئة

شرح الباب الثانى كاملا

المجال المغناطيسى الناتج عن مرور تيار كهربى مستمر فى سلك مستقيم
The Magnetic Field Created by a Current in a Straight Wire

يمكن إظهار المجال المغناطيسى المحيط بسلك مستقيم يمر به تيار كهربائى مستمر بوضع مجموعة من البوصلات أو بعض برادة الحديد الجافة حول السلك، ومن ثم ّ تمرير التيار الكهربائى. تلاحظ أن البوصلات وبرادة الحديد تأخذ اتجاه المجال المغناطيسى الناتج عن التيار والتى هى دوائر مركزها محور السلك (شكل ١).

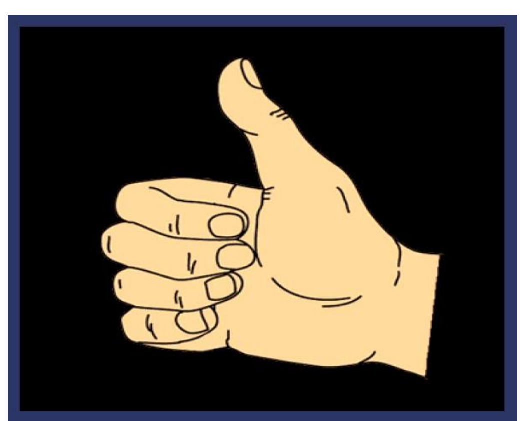


شكل (١)

برادة الحديد المنثورة على الورقة تظهر شكل المجال المغناطيسى والذى هو دوائر مركزها محور السلك.

عند عكس اتجاه التيار فى السلك الموصل المستقيم تلاحظ أيضا انعكاس اتجاه إبرة البوصلة، ما يؤكد تغيّر اتجاه المجال المغناطيسى. أمّا عناصر متّجه المجال المغناطيسى $\vec{B}$ على نقطة M تبعد مسافة d عن محور السلك فتحدد بما يلى:

- الحامل: هو المماس المرسوم على خط المجال المغناطيسى الدائرى عند النقطة M.
- الاتجاه: يمكن تحديده عمليا من القطب الجنوبى إلى القطب الشمالى لإبرة مغناطيسية بعد وضعها لتستقر على النقطة M ، أو نظريًّا باستخدام قاعدة اليد اليمنى بوضع الإبهام باتجاه التيار وبلف الأصابع الأخرى لتدل على اتجاه المجال المغناطيسى (شكل ٢).



● المقدار: والذى يمثل مقدار شدة المجال المغناطيسى، وقد أُثبت تجريبيا أنّه يتناسب طرديا مع شدة التيّار المار فى السلك المستقيم وعكسيا مع بعد النقطة M عن محور السلك ويحسب بالعلاقة التالية:

$$B = \mu_\circ / 2\pi d$$

حيث إن $\mu_\circ$ تساوى معامل النفاذ المغناطيسى وتساوى فى الفراغ:

$$\mu_\circ = (4\pi \times 10^{-7}) T.m / A$$

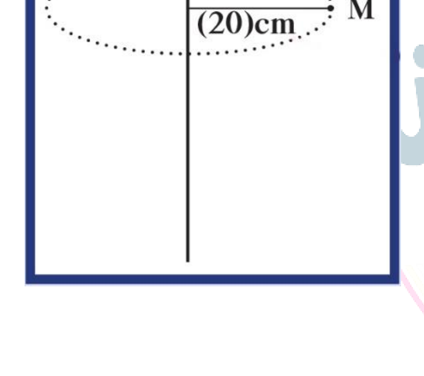
وبالتالى فإن شدة متجه المجال المغناطيسى الناتج عن مرور التيّار الكهربائى يساوى:

$$B = 2 \times 10^{-7} / d$$

مثال (١)

تيار كهربائى مستمر شدته A (10)يمر فى سلك مستقيم.

احسب شدة المجال المغناطيسى الناتج عن مرور التيار عند نقطة فى الهواء تبعد cm (20)عن محور السلك



طريقة التفكير فى الحل

١. حلل:

اذكر المعلوم وغير المعلوم.

المعلوم: شدة التيار I = (10) A

المسافة بين محور السلك والنقطة d = (20) cm

٢. احسب غير المعلوم:

باستخدام العلاقة الرياضية بين شدّة التيار وشدة المجال المغناطيسى:

$$2 \times 10^{-7} Id = B$$

وبالتعويض عن المقادير المعلومة نحصل على:

$$B = 2 \times 10^{-7} \times 100.2 = (1 \times 10^{-5})\ T$$

٣. قيم:

هل النتيجة مقبولة؟

إنّ مقدار شدة المجال المغناطيسى يمكن التحقق منه عمليا عند النقطة M باستخدام التسلاميتر، كما أن النتيجة تتناسب مع المقادير المعطاة فى المسألة.

اسئلة بنك المعرفة

١)..... عبارة عن دوائر فى مستوى واحد مركزها محور السلك.

- ○ التيار الكهربى
- ○ النفاذية المغناطيسية
- ○ المقاومة الكهربية
- ◉ المجال المغناطيسى

٢) إذا مر تيار كهربى فى سلك شدته 15 A والمسافة بين محور السلك ونقطة على الدائرة 15 cm فإن شدة المجال المغناطيسى تساوى ..... (علمًا بأن معامل النفاذية المغناطيسية يساوى $4\pi \times 10^{-7}$).

- ○ 10^{-5} T
- ◉ 2×10^{-5} T
- ○ 4×10^{-5} T
- ○ 3×10^{-5} T

٣)عندما يزداد بعد النقطة عن محور السلك ..... المجال المغناطيسى.

- ◉ يقل
- ○ يزداد
- ○ يظل ثابتا

٤) يمر تيار كهربى فى سلك مستقيم فتولد تبعًا له مجال مغناطيسى عند نقطة فى الهواء تبعد مسافة 30 cm عن محور السلك مقداره 4×10^{-5} T فإن قيمة هذا التيار تساوى .....
(علمًا بأن معامل النفاذية المغناطيسية للهواء $4\pi\times10^{-7}$).

- ○ 50 A
- ◉ 60 A
- ○ 20 A
- ○ 30 A

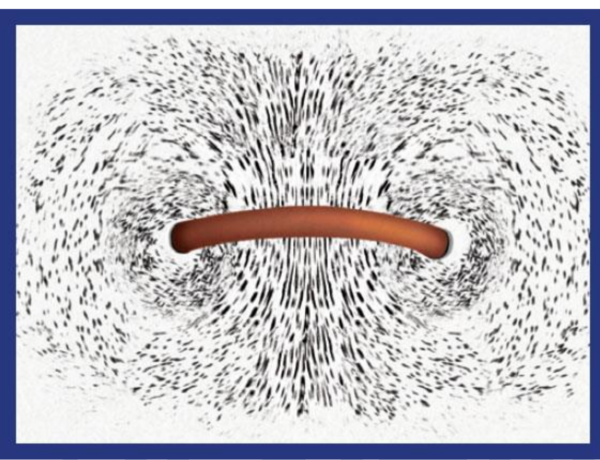
٥)وحدة قياس معامل النفاذية المغناطيسية تساوى .....

- ◉ T.m /A
- ○ A.m / T
- ○ Wb
- ○ T

المجال المغناطيسى الناتج عن مرور تيار كهربى مستمر فى ملف دائرى
The Magentic Field Created by a Current in a Coil

يمكن إظهار المجال المغناطيسى بسلك ملفوف عدد من اللفات بشكل دائرى يمر به تيار كهربائى مستمر بوضع مجموعة من البوصلات أو بعض برادة الحديد الجافة حول السلك.

ويظهر (شكل ١ (خطوط المجال المغناطيسى.

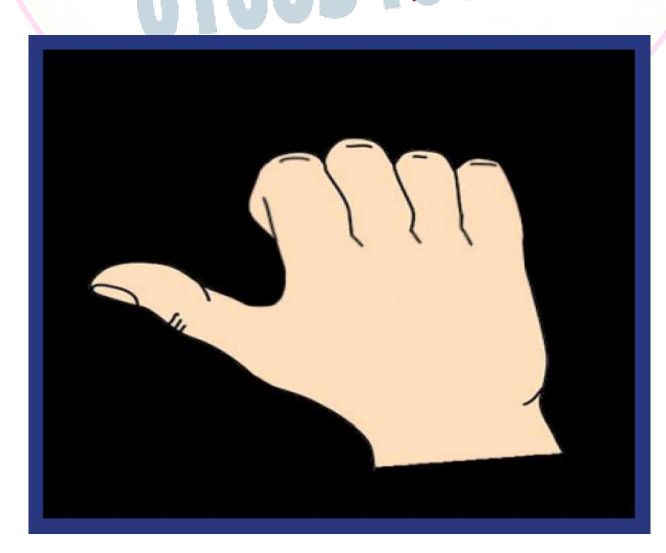


شكل ١

برادة الحديد المنثورة على الورقة تظهر شكل المجال المغناطيسى فى حالة ملف دائرى يمر به التيار.

حيث نلاحظ أن متجه المجال المغناطيسى عند مركز الملف هو خط مستقيم.

بالتالى، نلخص عناصر المجال المغناطيسى الناتج عن التيار الكهربائى فى مركز الملف الدائرى بما يلى:



شكل ٢

اتّجاه الإبهام باتّجاه التيّار الكهربائى والأصابع تدل على اتّجاه المجال المغناطيسى.

● الحامل: الخط المستقيم المار بمركز الملف

● الاتجاه: ويمكن تحديده عمليا من القطب الجنوبى إلى القطب الشمالى لإبرة مغناطيسية بعد وضعها لتستقرّ على مركز الملفّ، أو نظريًّا باستخدام قاعدة اليد اليمنى بوضع اليد اليمنى فوق الملفّ ولفّ الأصابع باتّجاه التيّار ليدلّ الإبهام على متّجه المجال المغناطيسى شكل ٢

● المقدار: والذى يمثل مقدار شدة المجال المغناطيسى والذى أُثبت تجريبيا تناسبه مع شدة التيار وعدد اللفّات، حيث إن زيادة عدد اللفّات الدائرة على الملف يزيد من شدة المجال المغناطيسى وعكسيا مع نصف قطر الملف r فتحسب بالعلاقة:

$$B = \mu_\circ N / 2r$$

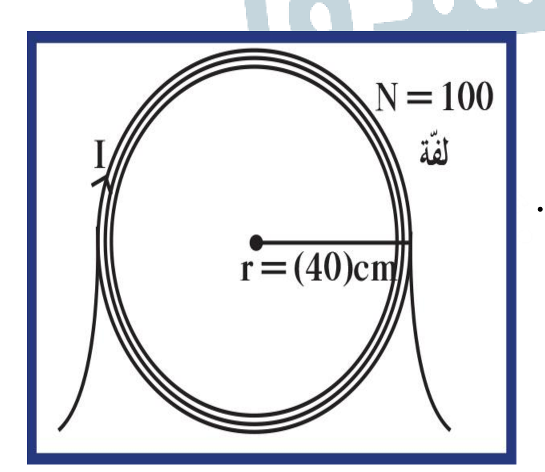
حيث إن $\mu_\circ$ تساوى معامل النفاذ المغناطيسى وتساوى فى الفراغ:

$$\mu_\circ = (4\pi \times 10^{-7}) T.m/A$$

وبالتالى فإن شدة متجه المجال المغناطيسى الناتج عن مرور التيار الكهربائى المستمر فى الملف الدائرى عند مركزه يساوى:

$$B = 2\pi \times 10^{-7} N / r$$

مثال (١)



ملفّ دائرى نصف قطره cm (40) مؤلّف من 100 لفة

ويمرّ به تيار كهربائى مستمر شدته A (0.2)

(أ) احسب مقدار شدّة المجال المغناطيسى عند مركز الملفّ الدائرى.



(ب) حدِّد عناصر متّجه المجال المغناطيسى.

طريقة التفكير فى الحل

١. حلل: اذكر المعلوم وغير المعلوم

المعلوم: نصف القطر r = (40) cm

عدد اللفات: N = 100 لفة

شدّة التيار I = (0.2) A

غير المعلوم:

(أ) شدة المجال المغناطيسى عند مركز الملف الدائرى

(ب) عناصر المتجه

٢ .احسب غير المعلوم:

(أ) باستخدام العلاقة الرياضية بين شدة التيار وشدة المجال المغناطيسى للملف الدائرى:

$$B = 2\pi \times 10^{-7} N / r$$

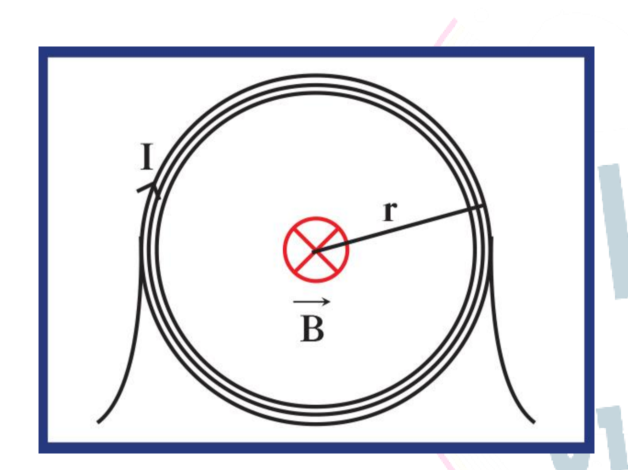
وبالتعويض عن المقادير المعلومة نحصل على:

$$B = 2\pi \times 10^{-7} N / r$$

$$2\pi \times (0.2)100 \times 10^{-7} 0.4$$

$$= (3.14 \times 10^{-5})\ T$$

(ب) إن عناصر متجه المجال المغناطيسى تحدد كالتالى:



الحامل: الخط المستقيم المار بنقطة المركز.

الاتجاه: باستخدام اليد اليمنى كما هو موضّح فى شكل ٤

المقدار B = (3.14 × 10-5) T

٣ .قيم :هل النتيجة مقبولة؟

إنّ مقدار شدة المجال المغناطيسى يمكن التحقق منه عمليا عند مركز الملف الدائرى باستخدام التسلاميتر، كما إنّ النتيجة تتناسب مع المقادير المعطاة فى المسألة.

اسئلة بنك المعرفة

١) تزداد كثافة الفيض المغناطيسى عند مركز ملف دائرى عندما .....

- ○ يزداد نصف قطره
- ○ تنقص شدة التيار المار فيه
- ◉ يزداد عدد اللفات

٢) باستخدام قاعدة اليد اليمنى لأمبير فى ملف دائرى فإن الابهام يشير إلى اتجاه .....

- ○ التيار
- ◉ المجال المغناطيسى
- ○ حركة الملف

٣)ملف دائرى قطره 60 cm يتكون من 120 لفة ويمر به تيار كهربى مستمر شدته 5 A فإن كثافة الفيض المغناطيسى تساوى ..... (علمًا بأن النفاذية المغناطيسية تساوى $4\pi \times 10^{-7}$).

- ○ 6.28×10^{-4} T
- ○ 6.28×10^{-6} T
- ◉ 1.26×10^{-3} T
- ○ 1.26×10^{-5} T

٤) إذا كانت كثافة الفيض المغناطيسى عند مركز حلقة دائرية نصف قطرها $4\ \pi$ cm هى 5×10^{-5} tesla وكانت النفاذية المغناطيسية للهواء $4\pi \times 10^{-7}$ weber /A.m فإن شدة التيار المار فى الحلقة يكون ......

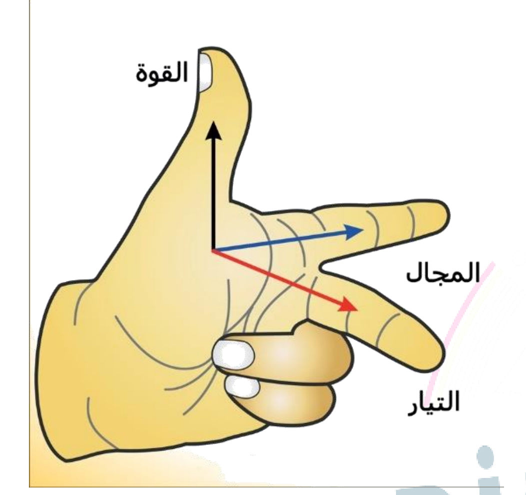
- 7A
- 7.14A
- 10A
- 17A

٥) مجال مغناطيسى يكون عبارة عن خطوط مستقيمة منتظمة فى .....

- مركز الملف فقط
- فى مركز الملف وأطرافه
- فى أطراف الملف

تعيين إتجاه الحركة والعوامل المؤثرة على المجال المغناطيسى
Determination Of Direction Of Motion And The Factors Effecting On the Magnetic Field

١ .القوة التى يؤثر بها مجال كهرومغناطيسى على سلك يمر به تيار كهربى موضوع فى هذا المجال
Force due to magnetic field acting on a straight wire carrying current

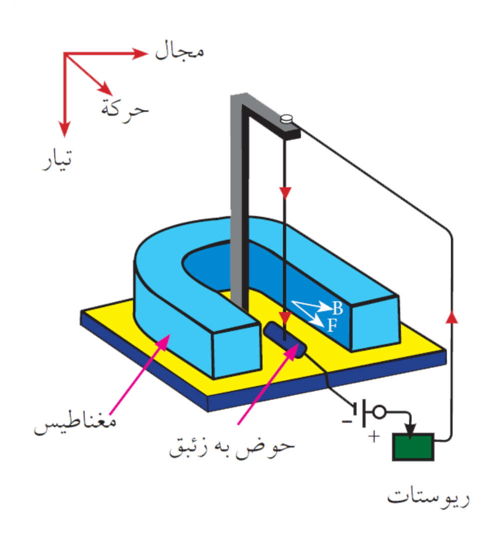


إذا مر تيار كهربى فى سلك مستقيم حر الحركة موضوع عموديا على مجال مغناطيسى، فإنه يتأثر بقوة F تحركه فى اتجاه عمودى على كل من المجال والتيار. ويمكن تحديد اتجاه هذه القوة بقاعدة فلمنج لليد اليسرى التى تنص على:

نفرد أصابع اليد السرى)الوسطى والسبابة والأبهام (فى وضع متعامد، بحيث تشير الوسطى إلى الاتجاه الاصطلاحى للتيار والسبابة تشير إلى اتجاه المجال، فإن الإبهام يشير إلى اتجاه الحركة .(F)

تجربة عملية لتحقيق الظاهرة:

١ -نعلق سلكا غليظا من النحاس من خطاف فى حلقة معدنية يتصل بأحد قطبى بطارية، وقطبها الآخر ينغمس فى حوض به زئبق، وكذلك الطرف الآخر للسلك يلامس سطح الزئبق فى الحوض)شكل ٢.(



٢ -نضع مغناطيسا على شكل حدوة الفرس، بحيث يكون السلك عموديا على المجال.

٣ -نمرر التيار الكهربى فى السلك، فيكون اتجاه مرور التيار عموديا على اتجاه خطوط الفيض. نلاحظ تحرك السلك إلى اليمين؛ أى عموديا على اتجاه المجال والتيار، واتجاه الحركة على حسب قاعدة فلمنج لليد اليسرى.

٤ -نعكس اتجاه التيار فى السلك فينعكس اتجاه القوة؛ أى حركة السلك.

٥ -عند تغيير اتجاه المجال المغناطيسى فإن الحركة يتغير اتجاهها أيضا. وقد وجد أن القوة المؤثرة على سلك يحمل تيارا كهربيا يسرى عموديا على مجال مغناطيسى - تتوقف على عدة عوامل هى:

١ -طول السلكL

كلما زاد طول الجزء المعرض للمجال المغناطسى، زادت القوة المؤثرة عليه؛ أى إن

F α L (عند ثبوت B، I)

٢ -شدة التيار I المار فى الموصل

كلما زادت شدة التيار المار فى الموصل تزداد القوة المؤثرة، أى إن

F α I (عند ثبوت B، L)

٣ -كثافة الفيض المغناطسى المؤثر على الموصلB

كلما زادت كثافة الفيض المغناطيسى تزداد القوة المؤثرة على السلك، أى إن

F α B (عند ثبوت I، L)

وبذلك يكون

F α BIL

∴ F = constant * BIL

ولقد تم اتخاذ وحدة لكثافة الفيض المغناطيسى هى التسلاTesla ، بحيث تولد قوة تساوى واحد نيوتن على سلك طوله واحد متر، يمر به تيار كهربى شدته واحد أمبير، وعندئذ يكون

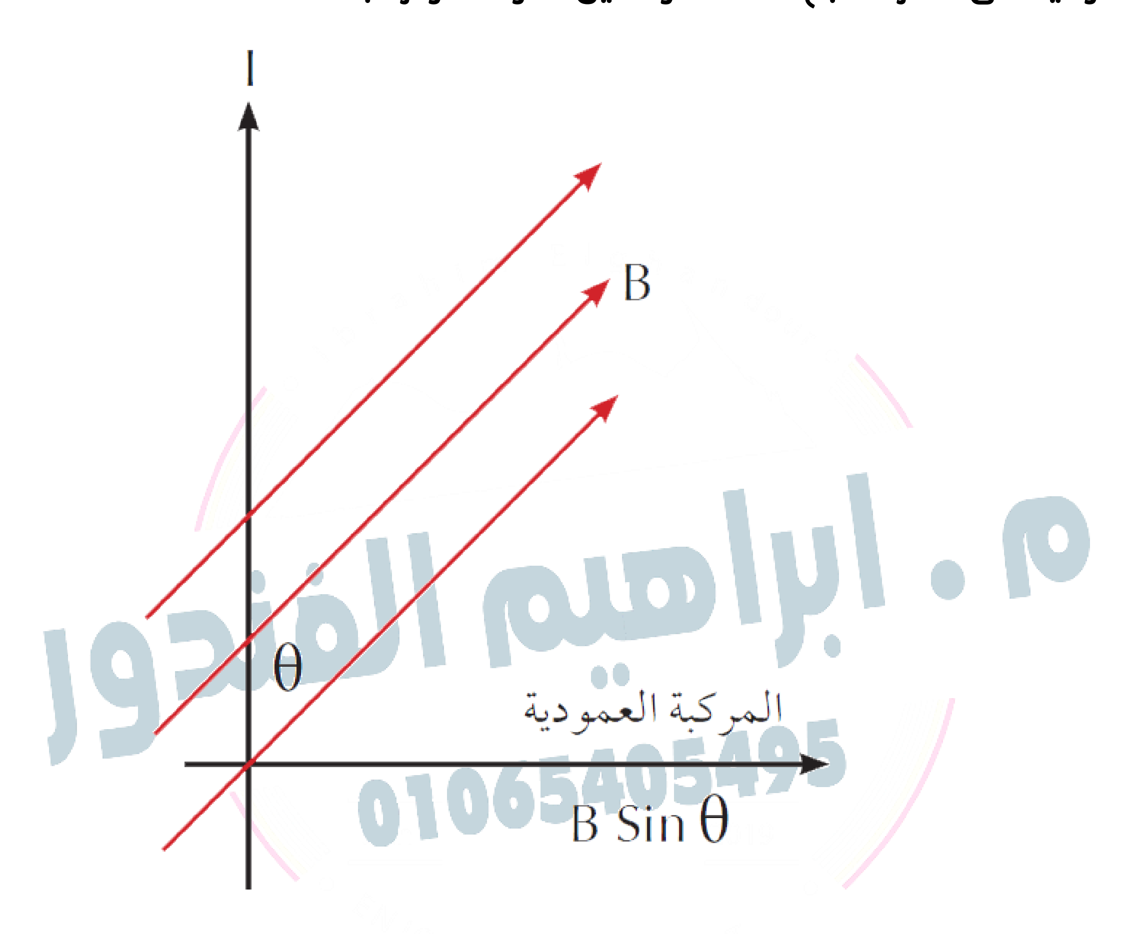
F = BIL (Newton)

تعريف التسلا: من العلاقة B = FIL

هى كثافة الفيض المغناطيسى الذى يولد قوة مقدارها نيوتن واحد على سلك طوله متر واحد، نمر به تيار كهربى شدته أمبير واحد، عندما يكون السلك عموديا على خطوط الفيض المغناطيسى.

ملاحظات:

١ -إذا كانت خطوط الفيض المغناطيسى المؤثر يميل على السلك)التيار (بزاوية θ ،)شكل ٣ (فإن المركبة الفعالة)العمودية على التيار (تصبح B Sin θ وتتعين القوة المؤثرة بالعلاقة.



شكل (٣)

خطوط المجال تعمل زاوية θ مع التيار.

$$F = BIL \sin\theta$$

٢ -إذا وضع السلك الذى يحمل تياراً موازيا لخطوط الفيض، فإن 0 = θ، وعلى ذلك B Sin θ فإن Sin θ = 0

∴لا يتأثر بأى قوة، أى إن F = 0

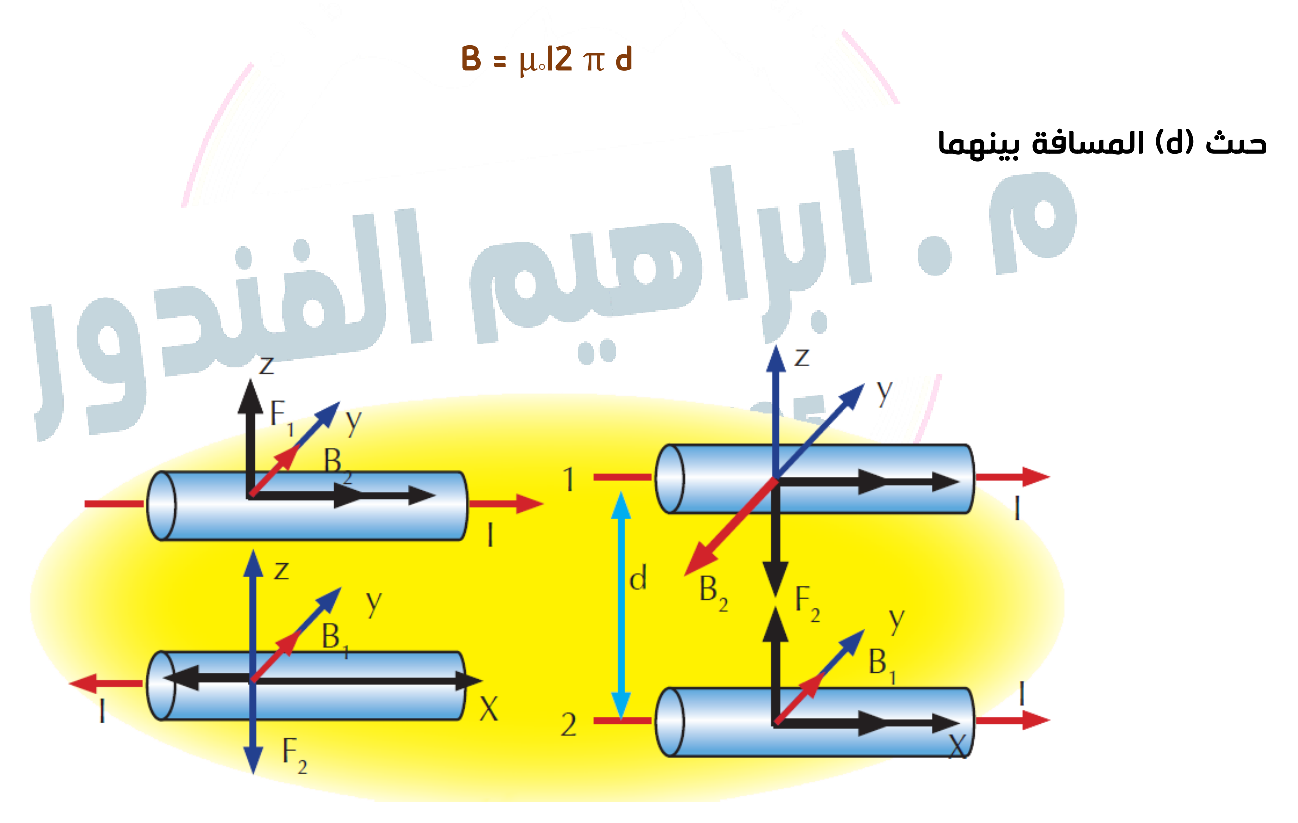
٢ .القوة بين سلكين متوازيين يحملان تيارين

The force between two parallel wires each carrying current

علمنا سابقا أن المجال المغناطيسى يؤثر بقوة على سلك يسرى فيه تيار كهربى موضوع فى المجال، كما علمنا أيضا أنه ىنشأ مجال مغناطيسى حول السلك الذى يسرى فيه تيار كهربى، وبالتالى فإنه إذا تجاور سلكان موصلان، يحمل كل منهما تيارا كهربيا (I) فإنهما يتبادلان قوة مغناطيسية بينهما، فهما يتجاذبان إذا اتفقا اتجاه تياريهما، ويتنافران، إذا تعاكسا. ولحساب القوة المتبادلة بينهما نحسب أولا شدة المجال المغناطيسى المتولد عن أحدهما عند موضع الآخر. فى)شكل ٤ (تكون كثافة الفيض المغناطيسى الناشئ عن السلك الأول عند موضع السلك الثانى (B) تساوى:

$$B = \mu_{\circ} I 2 \pi d$$

حث (d) المسافة بينهما



شكل (٤)

القوة بين سلكين متوازيين ىحملان تيارين

(أ) التياران فى نفس الاتجاه.

(ب) التياران فى اتجاهين متضادين.

يؤثر هذا المجال بقوة على السلك الثانى حيث:

$$F = BIL$$

$$F = (\mu_\circ I 2 \pi d) IL$$

$$F = \mu_\circ I^2 L 2 \pi d$$

ونحصل على نفس المقدار للقوةF ، إذا حسبنا كثافة الفيض المغناطيسى للسلك الثانى عند موضع الأول، وحسبنا القوة التى يؤثر بها هذا المجال على السلك الأول. ويبين)شكل ٤ - أ (القوة المتبادلة بن سلكين يسرى فى كل منهما تيار كهربى، والتياران فى نفس الاتجاه. وكذلك يبين)شكل ٤ - ب (القوة المتبادلة بينهما واتجاهها، عندما يكون التياران فى اتجاهين متضادين.

مثال (١) وضع موصل مستقيم طوله 75 cm يمر به تيار شده 8 A فى مجال مغناطيس منتظم كثافة فيضه 3T، احسب مقدار القوة التى تؤثر عليه إذا كان.

١ -فى اتجاه المجال.

٢ -فى اتجاه عمودى على اتجاه المجال.

٣ -فى اتجاه يميل على المجال بزاوية °30.

الحل

$$L = 75 \times 10^{-2} m$$

$$I = 8A$$

$$B = 3T$$

$$F = ?$$

١ -إذا كان السلك موازى للمجال $\theta = 0$

$$F = BIL \sin \theta = BIL \sin 0 = Zero$$

٢ -إذا كان السلك عموديا على اتجاه التيار فإن

$$\sin \theta = 1 ,\theta = 90°$$

$$F = BIL = 3 \times 8 \times 75 \times 10^{-2} = 18N$$

٣ -إذا كان المجال يعمل مع التيار زاوية °30

$$\therefore F = BIL \sin \theta$$

$$= 3 \times 8 \times 75 \times 10^{-2} \sin 30$$

$$= 18 \times 12 = 9N$$

اسئلة بنك المعرفة

١) طبقًا لقاعدة فلمنج لليد اليسرى فإن الإبهام يشير إلى اتجاه .....

- التيار الكهربى
- المجال المغناطيسى
- حركة السلك ✓
- لا توجد إجابة صحيحة

٢) عند عكس اتجاه التيار الكهربى المار فى سلك وعكس اتجاه المجال المغناطيسى المؤثر على السلك فى نفس الوقت فإن اتجاه حركة السلك يظل كما هو.



- صح ✓
- خطأ

٣)إذا مر تيار كهربى فى سلكين متجاورين فى نفس الاتجاه فإن كلًا منهما .....

- يتنافرمع الآخر
- يتجاذب مع الآخر ✓
- لا يؤثر على الآخر
- لا توجد إجابة صحيحة

٤) وُضِع موصل طوله 100 cm يمر به تيار كهربى شدته 10 A فى مجال مغناطيسى منتظم كثافة فيضه 5 T فإن مقدار القوة التى تؤثر عليه إذا كان فى اتجاه المجال تساوى .....

- 50 N
- 25 N
- 10 N
- 0 N

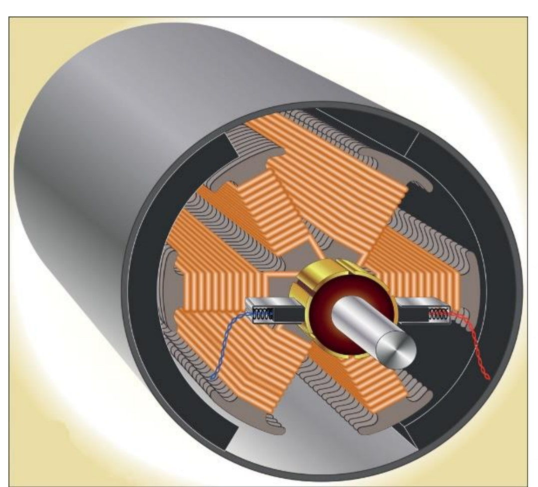
---

٥) وُضِع موصل طوله 100 cm يمر به تيار كهربى شدته 10 A فى مجال مغناطيسى منتظم كثافة فيضه 5 T فإن مقدار القوة التى تؤثر عليه إذا كان فى اتجاه يميل على المجال بزاوية 65° تساوى .....



- 20.3 N
- 50.3 N
- 45.3 N
- 0 N

القوة والعزم المؤثران على ملف مستطيل يمر به تيار كهربائى موضوع فى مجال مغناطيسى
Force and Torque acting on a rectangular coil carrying current placed in a magnetic field



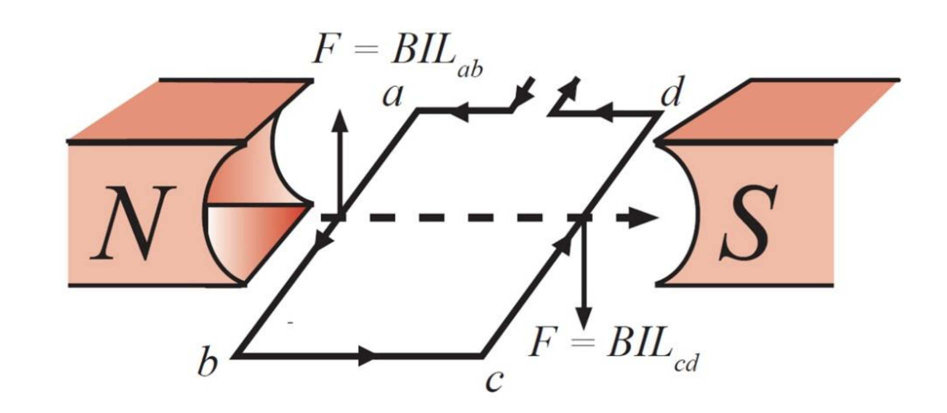
يعتبر المحرك الكهربائى Electric Motor أحد الأجهزة التى يشيع استخدامها فى كافة مجالات الحياة، فيستخدم فى تسيير الآلات فى المصانع وتحريك القطارات الكهربائية، كما يشغل آلات الخياطة ويدير الغسالات الكهربائية وغيرها.

يوجد منه أنواع متعددة كبيرة وصغيرة بحيث تناسب كل استخدام.

ويتكون أى محرك كهربائى من مغناطيس ثابت وملف متحرك يسمى عضو دوار

وتعتمد فكرة عمل المحرك الكهربائى على تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حركية.

ولكى يمكن استيعاب كيفية عمل المحرك الكهربائى نفرض أنه لدينا ملف مستطيل (a b c d) مساحته (A) ويمر به تيار كهربى (I) وعدد لفاته (N) مستواه يوازى خطوط فيض مغناطيسى منتظم كثافة فيضه (B) والمتولدة من مغناطيس على شكل حدوة الفرس.



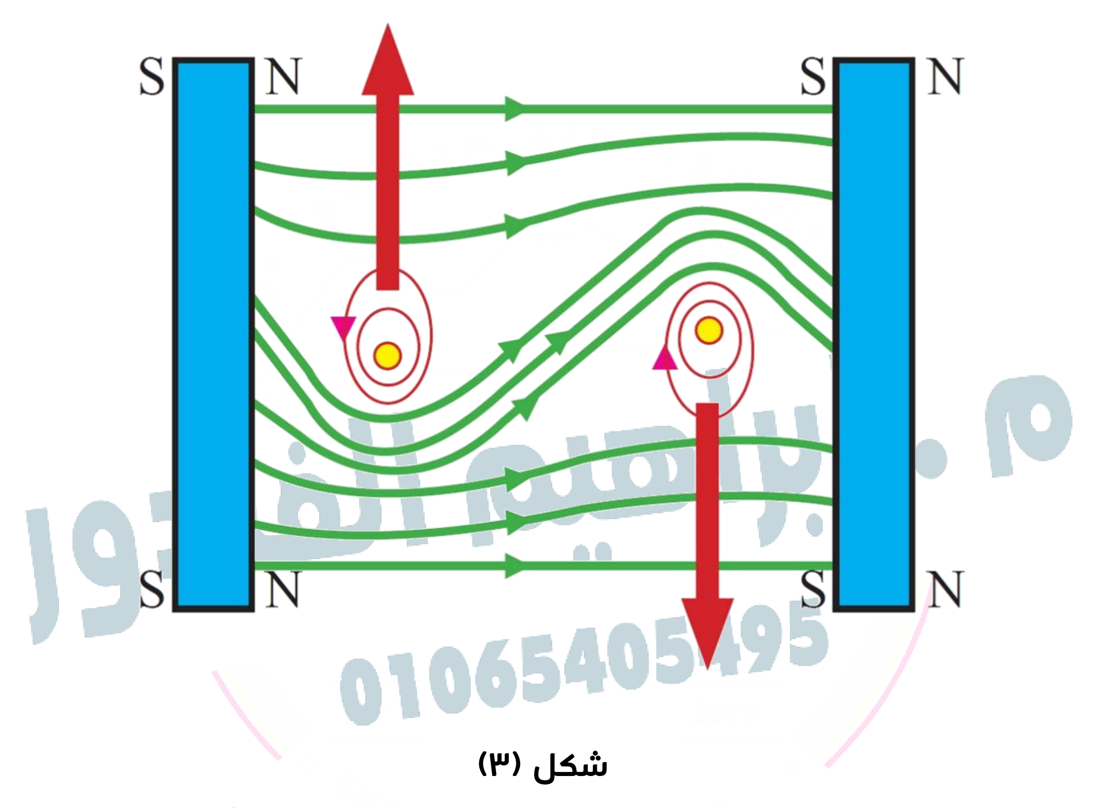
شكل (٢)

القوة المؤثرة على ملف موضوع داخل مجال مغناطيسى.

أولاً- عندما يكون مستوى الملف موازيا للمجال المغناطيسى نجد أن:

•الضلعان ad ، bc موازيين لخطوط الفيض، فالقوة المؤثرة على كل منهما تساوى صفر.

•الضلعان cd ، ab عموديان على خطوط المجال المغناطيسى ولذا يتأثران بقوتين متساويتين فى المقدار ومتضادتين فى الاتجاه وليس لهما نفس خط العمل.



شكل (٣)

تداخل خطوط المجال المغناطيسى لكل من المغناطيس وأسلاك الملف.

وتكون قيمة كل قوة تساوى:

$$F = BIL_{cd}$$

وإذا كانت المسافة العمودية بين القوتين L_{bc} فإن الملف سوف يتأثر بعزم ازدواج يحسب من العلاقة:

عزم الازدواج = إحدى القوتين × البعد العمودى بينهما

$$\tau = F\,L_{bc} = BIL_{cd}L_{bc}$$

وحيث أن (A) :هى مساحة مقطع الملف $L_{cd}L_{bc}$ =

$\therefore \tau = BIA$

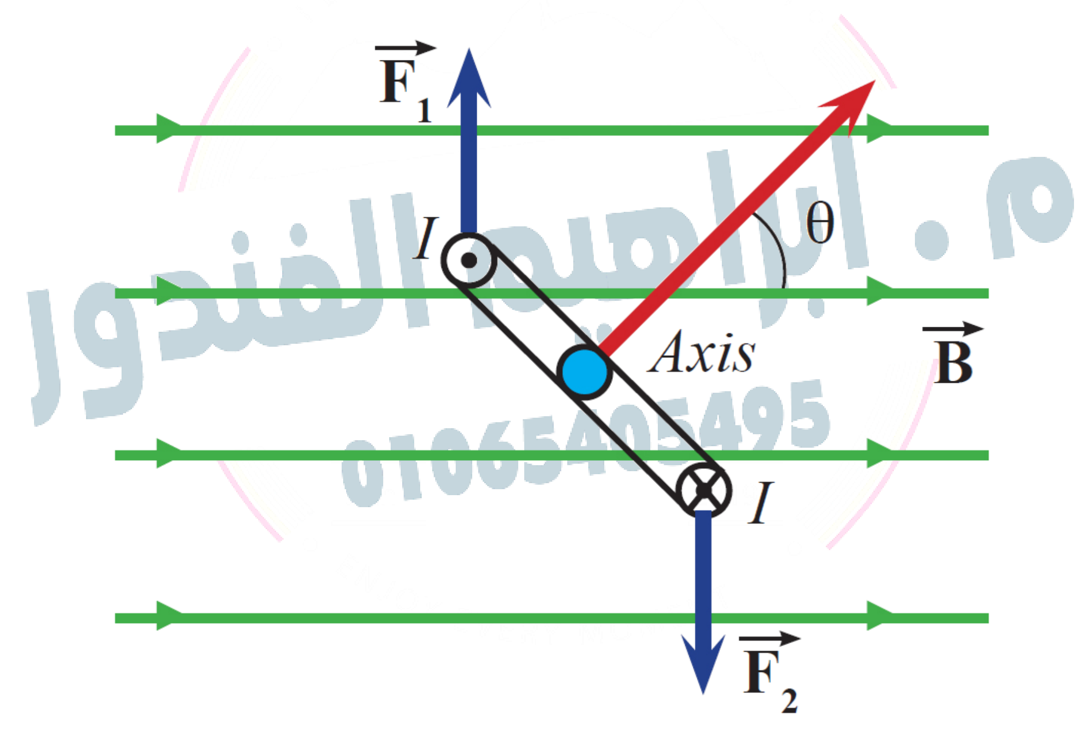
وإذا كان السلك يتكون من عدد من اللفات يساوى (N)، فإن عزم الازدواج الكلى يحسب بضرب عزم الازدواج للفة الواحدة فى عدد اللفات، أى أن:

$\tau = BIAN$

علما بأن وحدة قياس عزم الازدواج هى :نيوتن . متر

وإذا صمم الملف ليدور بحرية فسوف يبدأ فى الدوران حول محوره بفعل عزم الازدواج المؤثر عليه.

ثانياً- عندما يميل الملف على المجال المغناطيسى فإن:



شكل (٤)

يميل الملف على المجال بحيث تكون الزاوية بين المجال والعمودى على مستوى الملف تساوى θ.

عزم الازدواج يحسب من العلاقة:

$\tau = BIAN \sin \theta$

حيث θ هى الزاوية بين المجال والعمودى على مستوى الملف.

ثالثا- عندما يكون مستوى الملف عموديا على خطوط الفيض المغناطيسى فإن:

الزاوية بين المجال والعمودى على مستوى الملف θ تساوى صفر.

ومن المعلوم أن:

$$\sin\theta = 0$$

وبالتالى:

$$\tau = BIAN \sin\theta = 0$$

ويلاحظ من الرسم أن القوتين المؤثرتين على السلكين يكونان متساويتان فى المقدار ومتضادتان فى الاتجاه وخط عملهما واحد وبالتالى تكون محصلتهما تساوى صفر،
وهذا يعنى أن الملف لا يتأثر فى هذه الحالة بعزم ازدواج إلا أنه يستمر فى الدوران بفعل القصور الذاتى. وتستخدم فكرة عزم الازدواج فى تصميم الكثير من أجهزة القياس الكهربائية،
وأيضا المحرك الكهربائى.

اسئلة بنك المعرفة

١) فى ملف مستطيل الشكل يمر به تيار كهربى مقداره 3 **A** وعدد لفاته 4 **turns** و مساحة مقطعه 5 **cm**^{2} وكثافة الفيض المغناطيسى تساوى 2 **Tesla** و عزم ازدواجه يساوى 120 **N.m** فإن زاوية ميل الملف على المجال المغناطيسى تساوى صفر.

○ صح

◉ خطأ

٢) عزم ازدواج ملف مستطيل يمر به تيار كهربى فى مجال مغناطيسى يتناسب تناسبًا عكسيًا مع عدد لفات الملف

○ صح

◉ خطأ

٣) يكون عزم الازدواج لملف يمر به تيار كهربى داخل مجال مغناطيسى أكبر ما يمكن عندما يكون مستواه موازٍ لخطوط الفيض المغناطيسى.

◉ صح

○ خطأ

٤) فى ملف مستطيل يمر به تيار كهربى داخل مجال مغناطيسى إذا زادت عدد لفاته إلى الضعف وقل التيار الكهربى إلى النصف فإن قيمة عزم الأزدواج يظل ثابتًا.

◉ صح

○ خطأ

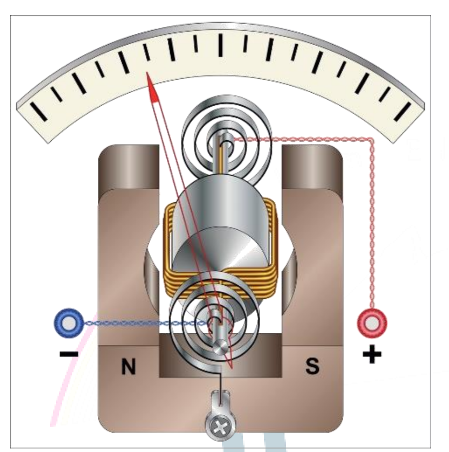
٥) عندما يكون مستوى الملف عموديًا على خطوط الفيض المغناطيسى فإن قيمة عزم الازدواج تكون مساوية للصفر.

◉ صح

○ خطأ

أجهزة القياس الكهربائى
Electric Measuring Instruments

على الرغم من تنوع أجهزة القياس الكهربائى إلا أنها تشترك فى فكرة عمل واحدة، وهى الاستفادة من عزم الأزدواج المؤثر على ملف مستطيل يمر به تيار كهربائى موضوع فى مجال مغناطيسى فى تحريك مؤشر جهاز القياس الكهربائى، وسيتم تناول عدد من هذه الأجهزة بالتفصيل فيما يلى:



شكل (١)

أحد أجهزة القياس الكهربائى

١ .الجلفانومتر ذو الملف المتحرك)الجلفانومتر الحساس Moving Coil Galvanometer

الجلفانومتر ذو الملف المتحرك Moving Coil Galvanometer هو جهاز يُستخدم لاكتشاف وقياس شدة التيارات الكهربائية الضعيفة جداً، وتحديد اتجاهها.

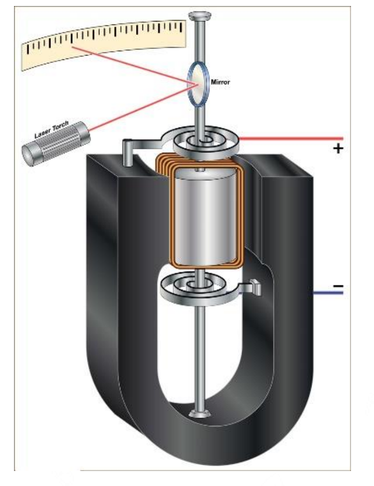
سُمى الجلفانومتر ذو الملف المتحرك بهذا الاسم بسبب أن الجزء المتحرك فيه هو الملف، وكما يوجد نوع آخر يسمى الجلفانومتر ذو المغناطيس المتحرك لا يستخدم فى الوقت الحاضر، وفيه يكون الجزء المتحرك هو إبرة مغناطيسية.



شكل (٢)

الجلفانومتر ذو الملف المتحرك

٢ .تركيب الجلفانومتر ذو الملف المتحرك Moving Coil Galvanometer Construction



شكل (٣)

تركيب الجلفانومتر ذو الملف المتحرك

المكون	الوصف	الوظيفة
مغناطيس قوى	على شكل حدوة حصان قطبية المتقابلان مقعران	يكون قطبى المغناطيس مقعرين حتى يكون مستوى الملف موازيًا لخطوط الفيض بصورة دائمة، وبالتالى يكون عزم الازدواج ثابت عند قيمته العظمى
ملف قابل للدوران	مصنوع من سلك رفيع ملفوف حول إطار مستطيل خفيف من الألومنيوم حر الحركة	يدور حول محوره تحت تأثير عزم الازدواج
أسطوانة الحديد المطاوع	توضع فى قلب الملف القابل للدوران	تعمل على تجميع وتركيز الفيض المغناطيسى حول الملف
حاملين من العقيق	ترتكز عليهما المجموعة (الملف والإطار والقلب) بين قطبى المغناطيس	تعمل على تقليل احتكاك الملف أثناء دورانه
زوج من الملفات الزنبركية	أحدهما علوى والآخر سفلى	يولدان عزم لى فى عكس اتجاه عزم الازدواج المؤثر على الملف، إضافة إلى أنهما يعملان كمدخل ومخرج للتيار؛ حيث يدخل التيار من أحدهما ويخرج من الآخر

المؤشر	يُصنع من الألومنيوم الخفيف ويتصل بالملف القابل للدوران	يتحرك على تدريج أقسامه متساوية ليحدد قيمة شدة التيار

٣ .شرح عمل الجلفانومتر ذو الملف المتحرك Working of Moving Coil Galvanometer

١ .عندما يمر التيار الكهربى فى الملف من أحد طرفيه ليخرج من طرفه الآخر فإن القوة المغناطيسية ستولد عزما يعمل على دوران الملف فى اتجاه حركة عقارب الساعة مثلا.

٢ .سيتحرك المؤشر حتى يستقر فى الوضع الذى يتزن فيه عزم الازدواج المغناطيسى الناشئ عن مرور التيار الكهربى مع عزم الازدواج الميكانيكى الناشئ عن لى الملفات الزنبركية والذى يعمل عكس اتجاه حركة عقارب الساعة، وتدل قراءة المؤشر على قيمة شدة التيار.

٣ .عند قطع التيار الكهربائى يعمل الملفان الزنبركيان على إعادة الملف إلى وضع الصفر.

٤ .إذا مر التيار الكهربى فى الملف فى اتجاه مضاد يتحرك المؤشر فى عكس اتجاه حركة عقارب الساعة، لذلك توجد أنواع من الجلفانومترات ذات الصفر فى المنتصف أى أن مؤشرها يمكن أن ينحرف يساراً او يميناً.

٤ .حساسية الجلفانومتر Sensitivity of Galvanometer

هى زاوية انحراف مؤشر الجلفانومتر عن وضع الصفر عند مرور تيار فى ملفه شدته الوحدة، وتساوى θI، وتقاس حساسية الجلفانومتر بوحدة :درجة/ميكروأمبير (deg/µA)، ولزيادة حساسية الجلفانومتر يراعى:

١ .استخدام ملفات زنبركية دقيقة.

٢ .استخدام مغناطيس قوى.

٣ .زيادة مساحة الملف وعدد لفاته.

٤ .استخدام حوامل من العقيق.

٥ .تطبيقات على الجلفانومتر Applications of Galvanometer

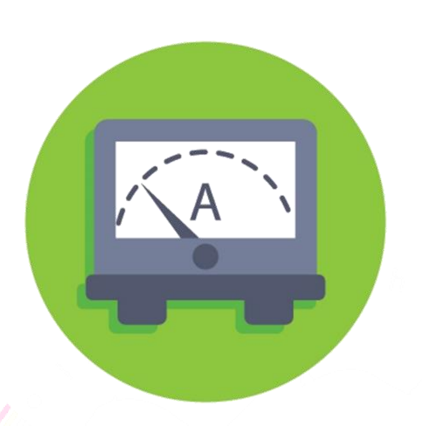
١ .أميتر التيار المستمر DC Ammeter

٢ .فولتميتر التيار المستمر DC Voltmeter

٣ .الأوميتر Ohmmeter

الأوميتر
Ohmmeter

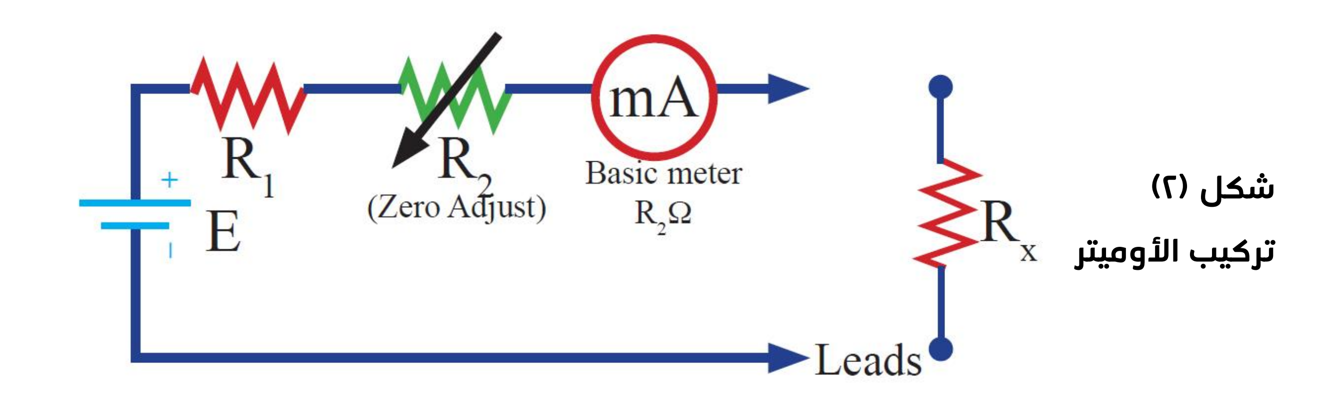
الأوميتر أحد الأجهزة الكهربائية التى تستخدم لقياس المقاومة الكهربائية بطريقة مباشرة.



شكل (١)
الأوميتر

ويمكن تحويل الجلفانومتر إلى أوميتر يقيس المقاومة بتوصيل جلفانوميتر مقاومته ٢٥٠ أوم وأقصى قراءة له ٤٠٠ ميكروأمبير على التوالى مع:

- مقاومة عيارية (R_1) ثابتة ٣٠٠٠ أوم.
- مقاومة متغيرة (R_2) مداها ٦٥٦٥ أوم.
- عمود جاف عيارى قوته الدافعة الكهربية ١٫٥ فولت.
- طرفى اختبار للجهاز يوصل بهما المقاومة المجهولة المطلوب إيجاد قيمتها.



شكل (٢)
تركيب الأوميتر

معايرة الأوميتر Ohmmeter Calibration :

١ .نغلق الدائرة بدون وضع أى مقاومة ($R_x = 0$) وذلك بتلامس طرفى الاختبار للجهاز عندئذ يمر تيار فى الدائرة.

٢ .نعدل المقاومة المتغيرة حتى ينحرف المؤشر إلى نهاية التدريج وعندئذ يمر أقصى تيار فى الجلفانوميتر وتعتبر نهاية التدريج هذه صفر الأوميتر وذلك لأن المقاومة المجهولة .($R_x = 0$)

٣ .نصل مقاومة معلومة (R_x)بين مسمارى التوصيل فتزداد المقاومة الكلية وتقل شدة التيار ويكتب قيمة المقاومة (R_x)على موضع انحراف المؤشر على التدريج.

٤ .نكرر العمل السابق عدة مرات بزيادة قيمة المقاومة الخارجية (R_x)تدريجياً وفى كل مرة يكتب قيمتها على موضع انحراف المؤشر على التدريج وبذلك يمكن معايرة الأوميتر.

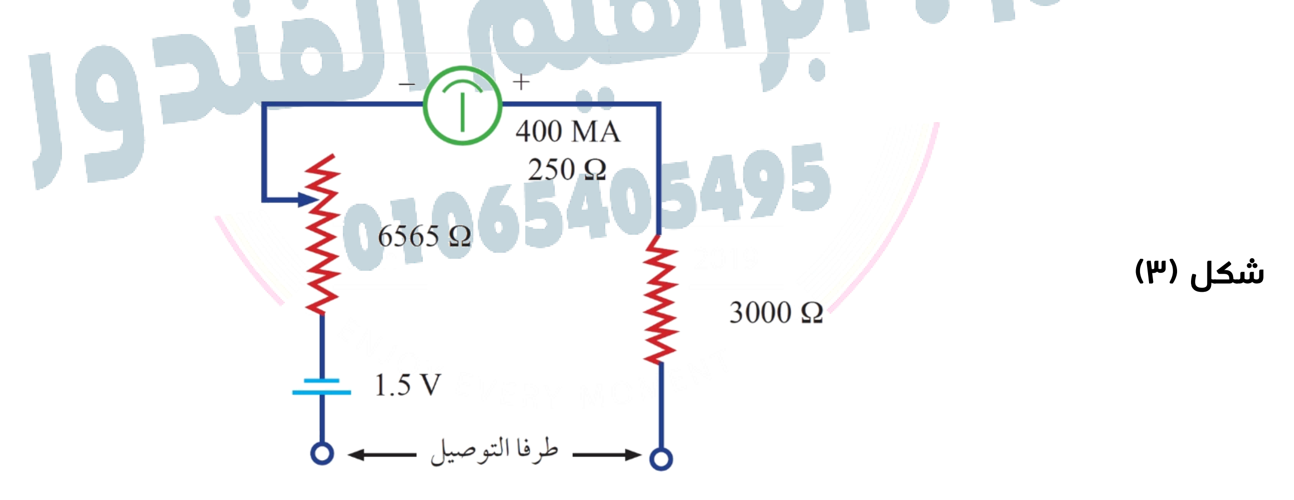
مثال (١)

إذا أردنا تحويل الجلفانوميتر فى الشكل التالى إلى أوميتر، احسب:

١ .قيمة المقاومة المتغيرة التى تجعل مؤشر التدريج ينحرف إلى نهايته، وذلك عندما يتم تلامس طرفى التوصيل بسلك عديم المقاومة .($R_x = 0$)

٢ .قيمة المقاومة R_xالتى تجعل المؤشر ينحرف إلى نصف التدريج.

٣ .قيمة المقاومة R_xالتى تجعل المؤشر ينحرف إلى ربع التدريج.



شكل (٣)

الحل:

١ .قيمة المقاومة المتغيرة التى تجعل مؤشر التدريج ينحرف إلى نهايته، وذلك عندما يتم تلامس طرفى التوصيل بسلك عديم المقاومة .($R_x = 0$)

$$R_{total} = EI = 1.5400 \times 10^{-6} = 3750\ \Omega$$

ولحساب قيمة المقاومة المتغيرة يتم طرح المقاومات الأخرى الموجودة فى الدائرة من المقاومة الكلية، وذلك على النحو التالى:

$$R = {}_2R_{total} /) R + {}_1R_g\ 500 = (250 + 3000) - 3750 = (\Omega$$

٢ .قيمة المقاومة R_x التى تجعل المؤشر ينحرف إلى نصف التدريج.

$$R_{total} = EI = 1.5200 \times 10^{-6} = 7500\ \Omega$$

$$R_x = R_{total}) - R + {}_1R + {}_2R_g\ 7500 = (/\ 3750 = (250 + 500 + 3000)\ \Omega$$

٣ .قيمة المقاومة R_x التى تجعل المؤشر ينحرف إلى ربع التدريج.

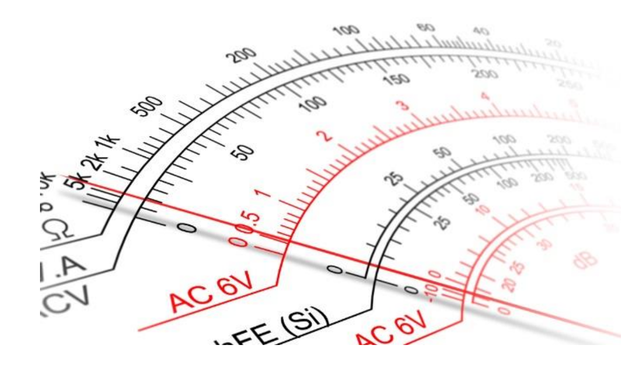
$$R_{total} = EI = 1.5100 \times 10^{-6} = 15000\ \Omega$$

$$R_x = R_{total}\ /)\ R + {}_1R + {}_2R_g\ 15000 = (/\ 11250 = (250 + 500 + 3000)\ \Omega$$

ويمكن تلخيص نتائج المثال السابق فى الجدول التالى:

(ميكروأمبير)قراءة شدة التيار فى الجلفانوميتر	٤٠٠	٢٠٠	١٠٠	٠
(أوم)قراءة المقاومة	٠	٣٧٥٠	١١٢٥٠	∞

ونلاحظ من الجدول أن تدريج الأوميتر عكس تدريج الجلفانوميتر بمعنى أن أقصى شدة تيار تقابل مقاومة تساوى صفر، وذلك لأن شدة التيار تتناسب عكسيا مع المقاومة كما أن أقسام تدريج الأوميتر ليست متساوية (يزداد الاتساع كلما بعدنا عن صفر التدريج) وذلك لأن شدة التيار (I)تتناسب عكسيا مع المقاومة الكلية للأوميتر وليست مع المقاومة المجهولة فقط.

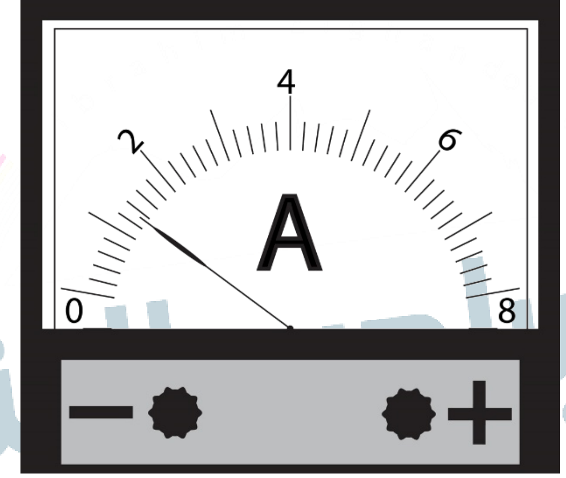


شكل (٤)

تدريج الأوميتر عكس تدريج الجلفانوميتر

أميتر التيار المستمر
DC Ammeter

لا يستخدم الجلفانوميتر ذو الملف المتحرك فى قياس شدة التيارات الكبيرة، وذلك لأن التيارات الكبيرة تؤدى إلى انصهار سلك الملف نتيجة للحرارة المتولدة فيه عند مرور تيار قوى، واختلال نظام التعليق نتيجة الانحراف الكبير للملف وتتلف الركائز التى يستند عليها، وكذلك تَعرُض الملفان الزنبركيان للتلف لزيادة عزم ازدواج الدوران لكبر شدة التيار. ولذلك يتم استخدام الأميتر لقياس شدة التيار الكبيرة بدلا من الجلفانوميتر.



شكل (١)

أميتر التيار المستمر

ويمكن تحويل الجلفانوميتر إلى أميتر يقيس شدة تيارات كبيرة من خلال توصيل ملفه بمقاومة صغيرة على التوازى تسمى مجزىء التيار R_s كما يتضح من)شكل ٢.(

شكل (٢)

يتكون الأميتر من جلفانوميتر ومجزئ التيار متصلين على التوازى

ويساعد مجزئ التيار فى تجزئة التيار فيمر الجزء الأكبر منه فى مقاومة المجزئ ذو المقاومة الصغيرة I_s والجزء الأقل يمر فى ملف الجلفانوميتر I_g ، وبذلك يصبح الجهاز صالحـًا لقياس شدة تيارات أكبر مما

يتحمله ملف الجلفانوميتر بمفرده، كما يقوم بدور مهم فى جعل المقاومة الكلية للأميتر صغيرة حتى لا تتغير شدة التيار المراد قياسه تغيراً ملحوظاً بعد إدخال الأميتر فى الدائرة على التوالى.

تعيين مقاومة مجزئ التيار :(R_s)

(R_s) Determination of Shunt Resistance

إذا افترضنا أن لديك جلفانوميتر مقاومة ملفه R_g والقيمة العظمى لتدريجه هىI_g ، وأردت تحويله إلى أميتر تكون القيمة العظمى لتدريجه I فإنك فى حاجة إلى وضع مجزئ للتيار مقاومتهR_s ، ويمكن استنتاج قيمة مقاومة المجزئ على النحو التالى:

أقصى شدة تيار يمكن قياسه بالأميتر =

أقصى شدة تيار يمكن قياسه بالجلفانوميتر + شدة التيار المار فى المجزئ

$$I = I_g + I_s$$

$$\therefore I_s = I - I_g \quad \rightarrow \quad I$$

وبما أن الملف والمجزئ متصلين على التوازى فيكون:

$$V_g = V_s$$

$$I_g R_g = I_s R_s$$

وبالتالى تحسب مقاومة مجزئ التيار من العلاقة:

$$R_s = I_g R_g I_s$$

وحيث إن قيمة I_s مجهولة فإنه يمكن التعويض عنها من المعادلة ا، نجد أن:

$$R_s = I_g R_g I / I_g$$

ومن هذه العلاقة يمكن حساب قيمة مجزئ التيار.R_s

وينبغى مراعاة توصيل الأميتر فى الدائرة على التوالى لكى يكون التيار المار فى الأميتر هو نفسه التيار المراد قياسه.

مثال (ا)

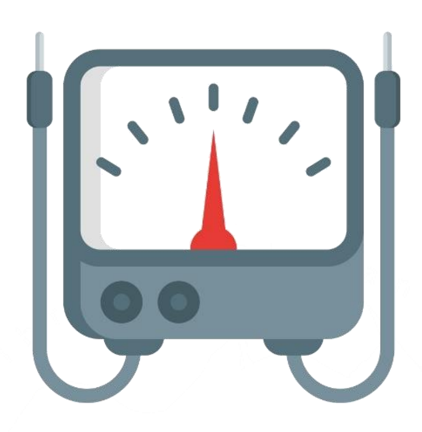
جلفانوميتر مقاومة ملفه 4Ω يتطلب انحرافه حتى نهاية تدريجه مرور تيار شدته 10mA، ما هى مقاومة مجزئ التيار الذى يجب وضعه لتحويل الجلفانوميتر إلى أميتر النهاية العظمى لتدريجه 50A؟

الحل:

$$R_s = I_s R_s I / I_g = 0.01 \times 450 / 0.01 = 8 \times 10^{-4} \Omega$$

فولتميتر التيار المستمر
DC Voltmeter

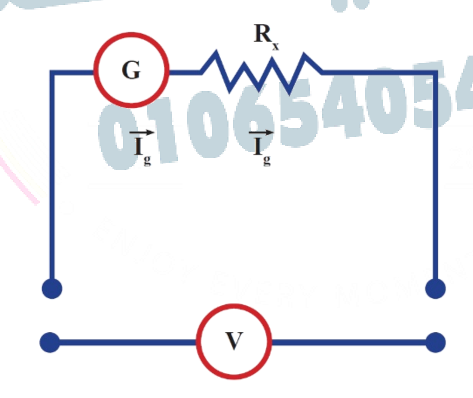
الفولتميتر أحد الأجهزة الكهربائية التى تستخدم لقياس فرق الجهد بين طرفى مقاومة.



شكل (١)

الفولتميتر

ويمكن تحويل الجلفانوميتر إلى فولتميتر يقيس فرق الجهد بين أى نقطتين فى الدائرة الكهربائية من خلال توصيل ملفه بمقاومة كبيرة على التوالى تسمى مضاعف الجهد R_m كما يتضح من (شكل ٢).



شكل (٢)

يتكون الفولتميتر من جلفانوميتر

ومضاعف الجهد متصلين على التوالى

ويوصل الفولتميتر على التوازى فى الدائرة الكهربائية لكى يكون فرق الجهد بين طرفى الفولتميتر مساويًا لفرق الجهد المراد قياسه، ويساعد وجود مضاعف الجهد فى تكبير مقاومة الفولتميتر وبالتالى لا يسحب تياراً كبيراً من الدائرة الأصلية، كما يساعد مضاعف الجهد فى جعل الجلفانوميتر يقيس فرق جهد أكبر مما يتحمله ملفه.

تعيين مقاومة مضاعف الجهد Determination of Multiplier Resistance (R_m)

إذا افترضنا أن لديك جلفانوميتر مقاومة ملفه R_g والقيمة العظمى لتدريجه هى I_g ، وأردت تحويله إلى فولتميتر تكون القيمة العظمى لتدريجه V فإنك فى حاجة إلى وضع مضاعف جهد مقاومته R_m ، ويمكن استنتاج قيمة مضاعف الجهد على النحو التالى:

أقصى فرق الجهد يمكن قياسه بالفولتميتر=

أقصى فرق الجهد بين طرفى الجلفانوميتر +فرق الجهد بين طرفى مضاعف الجهد

$$V = V_g + V_m$$

ونظرا لان مقاومة الجلفانوميتر ومضاعف الجهد متصلتان على التوالى لذلك شدة التيار المار فيهما واحدة I_g، وبالتالى:

$$\therefore V = I_gR_g + I_gR_m$$

$$I_gR_m = V / I_gR_g$$

$$R_m = V / I_gR_gI_g$$

مثال (1)

جلفانوميتر مقاومة ملفه 2Ω يتطلب انحرافه حتى نهاية تدريجه مرور تيار شدته 5mA، ما هى مقاومة مضاعف الجهد الذى يجب وضعه لتحويل الجلفانوميتر إلى فولتميتر النهاية العظمى لتدريجه 100V؟

الحل:

$$\Omega\ 19998 = {}^{3-}10 \times 5100 / 5 \times 10^{-3} \times 2 = V - I_gR_gI_g = R_m$$

لمتابعة محتوى بنك المعرفة كاملًا في كل المواد العلمية

تابعنا على صفحة الفيس بوك

Ibrahim Elghandour -ابراهيم الغندور